

# 皇城山银矿床地球物理特征及找矿模型

张学忠, 王东晓, 刘奎松

(河南省地质矿产勘查开发局第三地质矿产调查院, 河南 信阳 464000)

**摘要:**皇城山银矿是典型的火山岩型中低温热液矿床。矿体、控矿构造、岩浆岩、赋矿地层以及周围地质体之间存在某种物性差异, 因而有明显的地球物理异常特征, 构成了银矿床重要的地球物理找矿标志。作者试图在矿床地球物理特征研究的基础上, 总结地球物理找矿模型, 以期配合、指导正在进行中的大别山北坡多金属成矿带的普查找矿工作。

**关键词:**银矿床; 地球物理特征; 找矿模型; 物性特征; 电性特征

**中图分类号:** P618.52    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1001-5663(2015)01-0078-08

## 1 地质特征

### 1.1 区域地质特征

大别造山带是夹持于华北板块与扬子板块之间以断裂构造围限的东宽西窄的楔形地质体, 是三叠纪华北、扬子陆块深俯冲、碰撞作用形成的复杂造山带。襄樊—广济断裂和栾川—明港—固始断裂为大别造山带与扬子和华北两大陆块的分界断裂。造山带东端被郯庐断裂所截, 西段通过南阳盆地与秦岭造山带相连。大别造山带自北而南大致划分4个构造单元: 北淮阳构造带、北大别变质杂岩带、南大别高压、超高压变质岩带和南淮阳变质杂岩带。皇城山银矿位于北淮阳构造带, 是燕山期成矿作用集中的重要单元。

北淮阳构造带为大别造山带北部构造单元。桐柏—商城断裂构成南部边界。向西与秦岭构造带相连, 东止于郯庐断裂。长约400 km, 宽20~40 km近EW向狭长地带。下部地层主要为下元古界秦岭岩群、中—上元古界龟山岩组、泥盆系南湾组、下古生界二郎坪群。秦岭岩群其原岩主体上为成熟度很低的陆源碎屑岩夹碳酸盐岩, 但也有相当部分的片麻岩为古老花岗岩的强变形产物。龟山岩组为一套强烈变形的构造岩石单位, 由长英质和角闪质片岩系组成。南湾组为一套低变质、强变形的板岩带, 主要由

细砂质、粉砂质千枚岩、千枚状板岩组成, 原生层理构造被构造面理置换, 并残留有原生沉积层理构造和变余砂状结构, 且多显示变质构造面理与层理构造一致的特征。二郎坪群主要由绿帘角闪岩相变海相火山岩、火山碎屑沉积岩夹碳酸盐岩组成。

上部为晚侏罗纪段集组粗碎屑砾岩建造(段集组)和下白垩统火山岩和火山碎屑岩建造以及上白垩统周家湾组碎屑岩。段集组形成与南部南、北大别地块的强烈隆升密切相关。前人获得大量火山岩同位素年龄集中在110~130 Ma, 时代定为早白垩世早期。其形成与造山带“山根”拆沉作用发生, 山脉整体隆升, 北淮阳带地幔上隆, 地壳裂陷作用有关。空间分布上与NWW向花岗岩展布有关, 受EW向及NNW向断裂控制, 断裂交叉处大面积火山喷发。

### 1.2 矿区地质特征

皇城山银矿床赋存于受切层构造控制的A1多孔状硅化石英岩脉中<sup>[1]</sup>。A1号硅化石英岩脉长850 m, 宽5~15 m。走向NE37°, 近于直立。自南而北穿切斜长花岗岩、薄层状凝灰质砂岩及岩屑晶屑凝灰岩。自北东向南西硅化石英岩脉体由宽变窄, 由主脉变为稀疏带状, 由连续变为不连续, 显示构造应力释放特征。银矿体产于A1号硅化石英岩脉北段, 呈不规则状, 长500 m, 厚度1~30 m不等, 平均厚5.44 m, 延深200~300 m。上宽下窄(图1), 沿走向和倾

收稿日期: 2014-03-04

作者简介: 张学忠(1960—), 男, 河南省巩义人, 高级工程师, 长期从事物化探生产科研工作。E-mail: 602068394@qq.com

引文格式: 张学忠, 王东晓, 刘奎松. 皇城山银矿床地球物理特征及找矿模型[J]. 矿产与地质, 2015, 29(1): 78-84, 91.

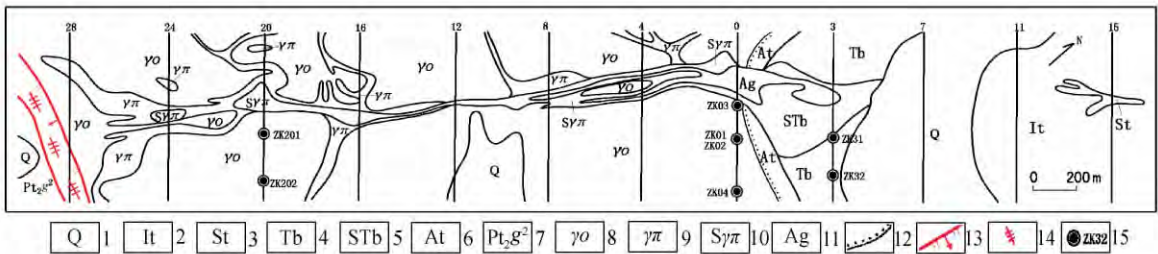


图 1 皇城山银矿床地质图

Fig. 1 Geologic map of Huangchengshan Ag deposit

- 1 第四系 2 紫红色熔结凝灰岩 3 硅化熔结凝灰岩 4 浅灰色含砾岩屑凝灰岩 5 硅化岩屑凝灰岩  
6 紫红色凝灰质泥砂岩 7 白云母石英片岩夹石榴云母石英片岩、斜长角闪片岩、绿泥绢云片岩 8 燕山早期中细粒斜长花岗岩 9 花岗斑岩 10 硅化花岗斑岩脉 11 银矿体 12 不整合界线 13 正断层 14 挤压破碎带  
15 钻孔及编号

向均有分支复合现象,整体为一不规则向北斜插的楔形体,指向上张楼火山中心。

1.2.1 矿石类型和组成

矿体穿切不同围岩,相应位置的赋矿岩石有硅化

钠长花岗岩、硅化凝灰质泥砂岩和硅化凝灰角砾岩三种类型,根据不同赋矿岩石的组构特征对应分为硅英质银矿石、硅质银矿石和凝灰质银矿石三种矿石类型。矿石矿物组成见表 1。

表 1 皇城山银矿矿石组成简表

Table 1 A simple list of components of ores from Huangchengshan Ag deposit

独立银矿物	辉银矿(0.032%),极少量金银矿和自然银、淡红银矿、块辉铋银矿、硫铋银矿
金属硫化物	黄铁矿(0.35%),方铅矿(0.03%),闪锌矿(0.02%),辉铜矿(0.02%),铜蓝,极少的磁黄铁矿、白铁矿、斑铜矿
氧化物	褐铁矿、赤铁矿、针铁矿、锐钛矿(0.02%),极微量的铅矾
造岩矿物及副矿物	石英、玉髓、长石、绢云母、粘土矿物、电气石、重晶石以及微量的锆石

1.2.2 矿石结构构造

矿石构造以孔洞状、浸染状、细脉浸染状构造为主,其次为角砾状、玛瑙状和晶簇状构造等;矿石结构主要为各种交代结构和结晶结构。

1.2.3 蚀变特征

对 A1 号矿化蚀变带平面和剖面观察结果显示,矿化蚀变带在三维空间蚀变分带明显,总体表现为以强硅化带为中心向外依次发育高级泥化带(高岭石+石英)和泥化带(蒙脱石+石英)。银及多金属硫化物矿化限于强硅化蚀变带内。

硅化是该矿床最重要的矿化蚀变,伴高岭土化、碳酸盐化和多金属硫化物矿化等多种蚀变作用,沿枝状裂隙广泛发育。

2 区域地球物理特征

2.1 区域岩石物性特征

根据前人对区域岩石物性参数的测定结果,按地

(岩)层和岩浆岩两大类分别统计,见表 2、表 3。其结果表明:

(1)按高、中、低三级物性数值排序,大别片麻岩磁性最高;秦岭岩群、龟山岩组、二郎坪岩磁性中等;新生界磁性为最低。重力密度值和电性参数值的排列序次基本上与对应地(岩)层的磁性排序一致。

(2)岩浆岩的物性特征表现为:从超基性 基性 中性 酸性岩磁性值依次由高到低;重力密度值由高到低;电阻率值由低到高;极化率值由高到低。碱性岩浆岩的磁性、电性、密度与本区其它岩浆岩类相比均表现为低数值,但极化率与中性岩体的极化率具有相同量级的数值。

(3)综合分析区域地层、岩体的物性特征,区域地(岩)层明显反映出三个磁性、密度分界面。表现为桐柏 大别片麻岩与下元古界秦岭岩群间的结晶基底;下古生界二郎坪群与上古生界石炭系间的磁性、密度分界面;中生界白垩系与新生界间的磁性、密度分界面。由于区域地层的分布和分界面的物性差异,

表 2 大别山地区地(岩)层物性参数统计表

Table 2 Physical property parameters of formation (rock formation) of Dabieshan area

年代	系群	岩性层	磁性					电性					密度	
			块数	K( $4\pi \times 10^{-6}$ SI)		Jr( $10^{-3}$ A/m)		块数	$\rho(\Omega \cdot m)$		$\eta(\%)$		块数	$\delta(10^3 \text{ kg/m}^3)$
				变化范围	平均值	变化范围	平均值		变化范围	平均值	变化范围	平均值		
新生界	第四系	粘土、亚粘土		无磁或弱磁		无剩磁			可变性大			微弱	20	1.85
	第三系	砂砾岩	135	0~150	133	0	0	15		40.8			52	2.01
中生界	白垩系	砂砾岩、火山岩	179		116		78	45	40~2000	841	0.5~3.8	1.4	84	2.17
上古生界	石炭系	千枚岩、变质砂岩	121	0~200	138	0~100	61	20	60~1000	517			56	2.34
下古生界	二郎坪岩群	变质火山岩夹大理岩、二云变粒岩、斜长角闪片岩	522	534~6867	1852	181~36230	1223	26	482~2142	824	1.09~2.24	1.37	169	2.56
中元古界	龟山岩组	白云斜长石英片岩、斜长角闪片岩	430	650~6353	1678	170~35230	1350	25	682~2345	1230	1.20~2.50	1.58	58	2.12
中元古界	宽坪岩群	斜长角闪岩、云母石英片岩、二云石英片岩、大理岩	166	942~9332	2714	121~11127	1168	18	699~26990	2150	1.5~2.6	2.18	50	2.82
下元古界	秦岭岩群	白云石大理岩、黑云夕线斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩	380	389~3557	1362	60~1010	455	62	212~2240	237	1.96~2.2	2.0	396	2.66
太古代	大别片麻岩	花岗片麻岩、条带状混合岩	178	2500~8000	2700	1800~25000	1600						19	2.59~2.71

表 3 大别山地区岩浆岩物性参数统计表

Table 3 Physical property parameters of magmatic rocks of Dabieshan area

岩性分类	岩性名称	磁性					电性					密度	
		块数	K( $4\pi \times 10^{-6}$ SI)		Jr( $10^{-3}$ A/m)		块数	$\rho(\Omega \cdot m)$		$\eta(\%)$		$\delta(10^3 \text{ kg/m}^3)$	平均值
			变化范围	平均值	变化范围	平均值		变化范围	平均值	变化范围	平均值		
超基性岩	橄榄岩	391	3000~9970	4340	1520~3560	1970							
	辉石岩	138	2300~6260	3800	450~1360	2320		101~1824	236	0.21~38.94	8.84	2.13~3.12	
基性岩	辉长岩	175	1000~3100	2570	700~3760	2040							
	角闪岩	241	1370~8140	1827	163~4163	2437		90~1350	260	3.29~24.23	7.48	2.73	
中性岩	闪长岩	260	150~1800	1082	100~2800	1112							
	安山岩	128	100~2000	807	100~1500	405		204~3200	1274	0.9~4.0	2.6	2.34~2.79	
酸性岩	花岗岩	250	45~2460	474	55~380	365							
	花岗斑岩	123	0~2980	950	0~1038	300							
	斜长花岗岩	1.5		400		284		95~2857	1043	0.74~4.03	1.87	2.48	
	流纹岩	113	0~371	500	0~1250	1000							
	正长岩	29		130		690							
碱性岩	石英正长斑岩	210	335~598	510	339~850	530		89~1317	1105	1.36~6.23	2.6	2.41	
	英安斑岩	84		158		262							

区域磁场、重力场分布呈条带状,并受构造、岩浆侵位控制。皇城山银矿位于白垩系花岗岩斑脉中,矿体又受断裂构造控制,因此,磁性和密度均较低。

## 2.2 重力异常特征

1:50 万布格重力异常图(图 2)可看出:从信阳上天梯经光山罗陈店至商城北由三个近于椭圆形的正重力异常呈串珠状组成一重力高值带,重力高值带呈 NWW 向展布,与区域地质构造线一致。重力值

一般 6 布格,最多 20 布格。信阳上天梯和光山罗陈店一带的重力高值区多与中基性岩浆活动关系密切。信阳董家河经光山薄刀岭至商城为一 NW 向展布的重力梯度带,反映了桐 商断裂的分布情况。断裂带南侧相对为重力低值区,反映了灵山花岗岩体、新县花岗岩体的分布。皇城山银矿区位于重力梯度带上。

## 2.3 航磁异常特征

区域航磁场分布特征见图 3,大致以桐 商断裂

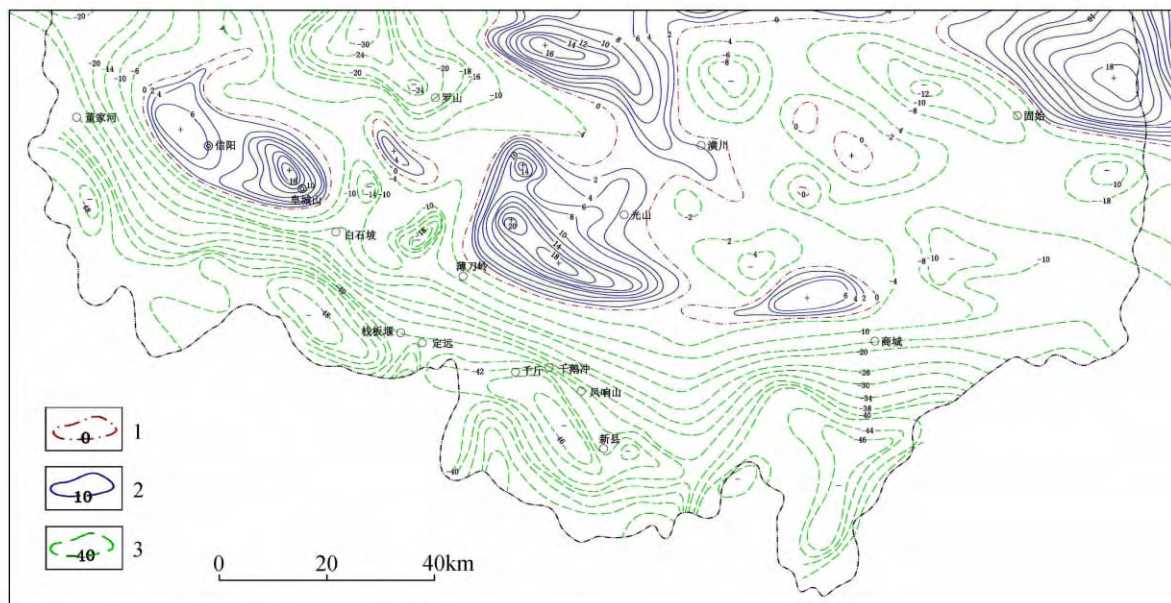


图 2 大别山地区布格重力异常图

Fig. 2 Bouguer gravity anomaly map of Dabieshan area

1—零等值线 2—正异常等值线 3—负异常等值线

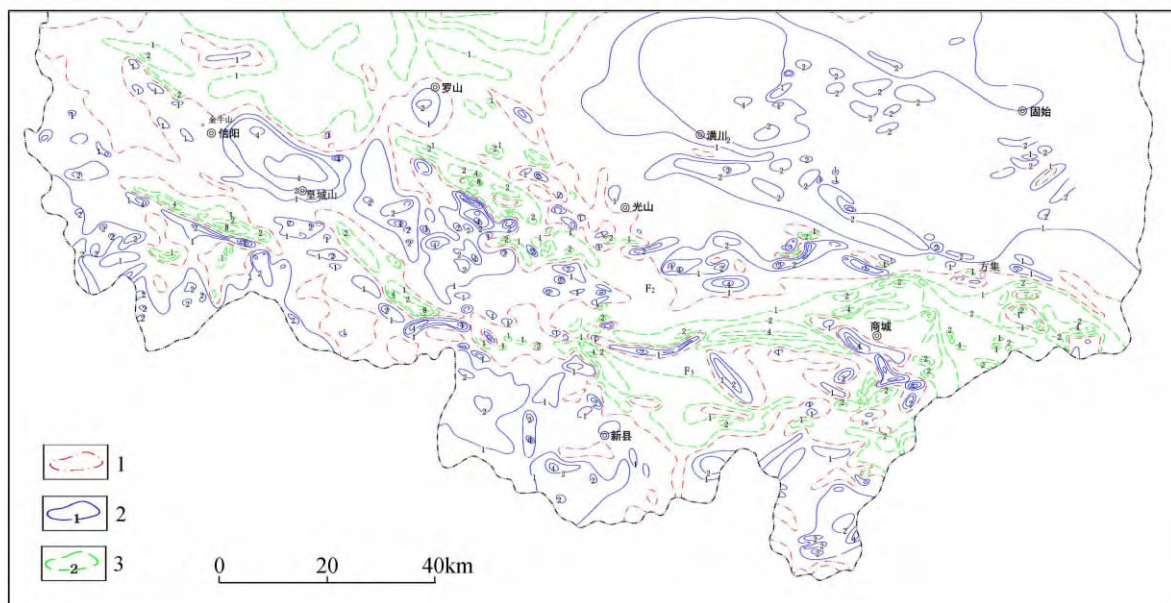


图 3 大别山地区航磁 $\Delta T$ 等值线平面图

Fig. 3 Aeromagnetic  $\Delta T$  contour diagram of Dabieshan area

1—零等值线 2—正异常等值线 3—负异常等值线(单位:1,2 即:100,200 nT)

为界,北侧为近 EW 向变化的正值异常区,信阳上天梯 光山罗陈店一带为磁场局部相对高值区,与中基性岩浆岩有关;南侧以相对宽缓的负磁异常区为主,与灵山、新县花岗岩体有关,这些岩体的磁场强度一般较低。沿桐商断裂带以断续分布的半球状带状正异常与沿断裂带侵入的基性岩关系密切。皇城山银矿区位于正磁场区,场值  $\Delta T$  在 200 nT 左右。

3 矿区地球物理特征

3.1 岩矿石电性特征

皇城山银矿位于花岗斑岩脉中,严格受构造控制。矿区出露地层有白垩系下统陈棚组火山碎屑岩和中元古界龟山岩组,主要岩性为熔结凝灰岩、含砾岩屑晶屑凝灰岩、凝灰质泥砂岩、斜长角闪片岩等。主要金属矿物有辉银矿、褐铁矿、黄铁矿等。矿区其岩矿石电性参数统计结果见表 4。

由表 4 可知,褐铁矿化银矿石极化率最高,极化率极大值为 7%,几何平均值也为 5.6%;其它斜长花岗岩、花岗斑岩和斜长角闪片岩片岩等岩性极化率值较低,极化率几何平均值低于 2%,褐铁矿化银矿石极化率是围岩极化率的 3 倍以上,矿石和围岩极化率值差异十分明显,极化率增高的主要原因是黄铁矿化等金属硫化物。

表 4 皇城山银矿区岩(矿)石极化率( $\eta$ )一览表(%)

Table 4 Polarizability ( $\eta$ ) of rocks (ores) from Huangchengshan Ag deposit (%)

岩(矿)石名称	极大值	极小值	几何平均值
褐铁矿化银矿石	7.0	3.0	5.6
斜长花岗岩	2.4	1.1	1.5
岩屑晶屑凝灰岩	2.0	1.5	1.7
泥质砂岩	1.3	1.0	1.1
斜长角闪片岩	2.3	1.0	1.7
花岗斑岩	2.4	0.8	1.5

3.2 岩矿石磁性特征

矿区其岩矿石磁性参数统计结果见表 5。由表 5 看出,区内出露的各地层岩性的磁性都比较弱,磁性最强的为斜长花岗岩,磁化率  $K$  达  $400 \times 10^{-6} \times 4\pi SI$ ,次为酸性角砾熔岩,磁化率为  $285 \times 10^{-6} \times 4\pi SI$ 。相应地区内地层的剩磁也比较弱,斜长花岗岩最强,为  $262 \times 10^{-3} A/m$ ,其次为次火山岩相英安斑岩,强度为  $287 \times 10^{-3} A/m$ 。控矿的花岗斑岩脉、硅化斜长花岗岩脉的磁性较围岩斜长花岗岩稍弱,磁性相差不大。

表 5 皇城山一带地(岩)层磁性参数特征表

Table 5 Magnetic parameter characteristics of formation (rock formation) of Huangchengshan area and its periphery

地(岩)层时代		岩性层	磁性	
			块数	$K(4\pi \times 10^{-6} SI)$
新生界	第四系	粘土、亚粘土		
中生界	白垩系上统	砂砾岩	35	133
	白垩系下统	酸性角砾熔岩	21	285
		珍珠岩	20	132
		粗面凝灰岩、含砾粗面凝灰岩	20	115
		火山灰凝灰岩、凝灰质页岩	19	101
新生界	石炭系下统	千枚岩	9	154
		变砂岩	42	
	海西期	斜长花岗岩	113	400
	白垩系下统	英安斑岩	38	158
		银矿石	34	126



### 3.3 地球物理异常特征

#### 3.3.1 激电异常特征

激电<sup>[2]</sup>异常呈带状展布(图4),长约900 m,宽70 m,异常强度 $\eta_s$ 一般为3%~6%,最高8.6%,向南西方向异常散开,形成多个异常中心,较零乱,反应了不同方向的脉体或磁质干扰所致。带状展布的主异常与银矿体扣合较好,说明激电异常为银矿体引起。 $\rho_s$ 在矿体上方呈带状高阻反应(图5), $\rho_s$ 为600~800  $\Omega \cdot m$ ,呈明显的高阻高极化率异常。

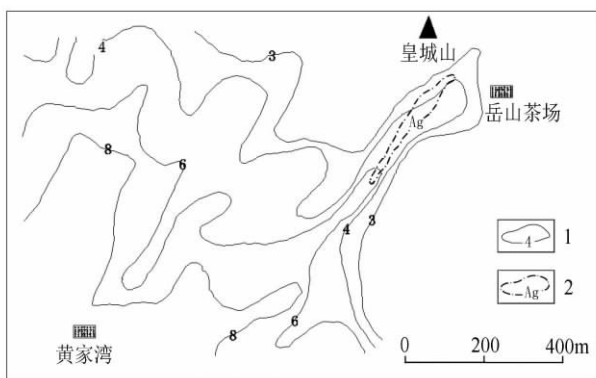


图4 皇城山矿区激电 $\eta_s$ 等值线平面图

Fig. 4 Induced polarization  $\eta_s$  contour diagram of Huangchengshan mining area  
1  $\eta_s$ 等值线 2 银矿带

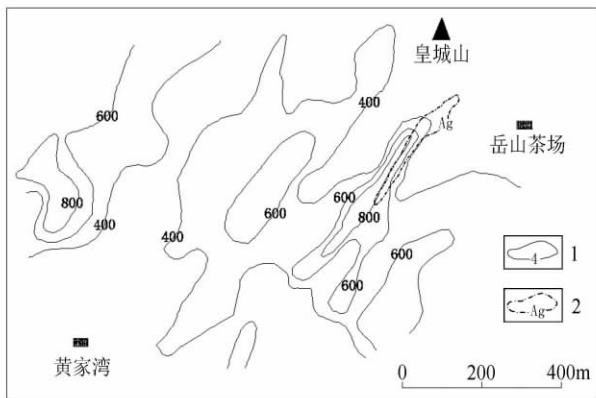


图5 皇城山矿区激电 $\rho_s$ 等值线平面图

Fig. 5 Induced polarization  $\rho_s$  contour diagram of Huangchengshan mining area  
1  $\rho_s$ 等值线 2 银矿带

联剖曲线 $\eta_s$ 出现反交点(图6),中梯曲线出现高阻高极化率异常, $\eta_s$ 最高达4.8%,曲线两翼基本对称,经计算矿体埋深21 m,根据联剖和中梯 $\eta_s$ 曲线判断,矿体产状较陡,稍向SE倾斜,倾角86°。与钻孔

控制矿体情况完全吻合。

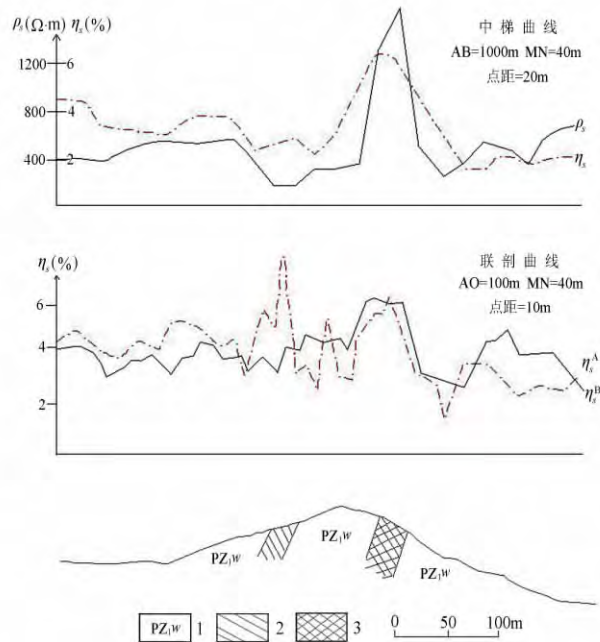


图6 皇城山矿区4线物探、地质综合剖面图

Fig. 6 No. 4 line comprehensive geophysical and geological profile of Huangchengshan mining area  
1 酸性熔岩 2 花岗斑岩 3 银矿体

#### 3.3.2 地磁异常特征

由图7看出,皇城山一带为稍杂乱的正磁场区,场值一般为200~400 nT。北部为平缓的由北而南逐渐增大的负值区,场值一般为0~200 nT。皇城山东及以南等值线为NW向的近平行的稍杂乱的异常区,场强一般为0~200 nT。

## 4 地球物理找矿模型

(1)物性特征<sup>[3]</sup>:与矿床具有空间伴生关系的火山岩组的白云斜长石英片岩、斜长角闪片岩密度较低;矿区岩性的磁性属中低等;矿石中含有以黄铁矿为主的硫化物,其极化率高于无矿围岩的3倍以上。

(2)磁场、重力场特征:矿区分布火山岩(花岗斑岩脉),引起 $\Delta T$ 正磁异常,场值一般在200 nT; $\Delta g$ 表现为重力梯度带。

(3)矿区地球物理异常特征:矿脉(含银硫化物富集带)上方呈现 $\eta_s$ 异常,联剖曲线出现明显反交点。地磁呈现低缓磁异常, $\Delta T$ 在100~200 nT。

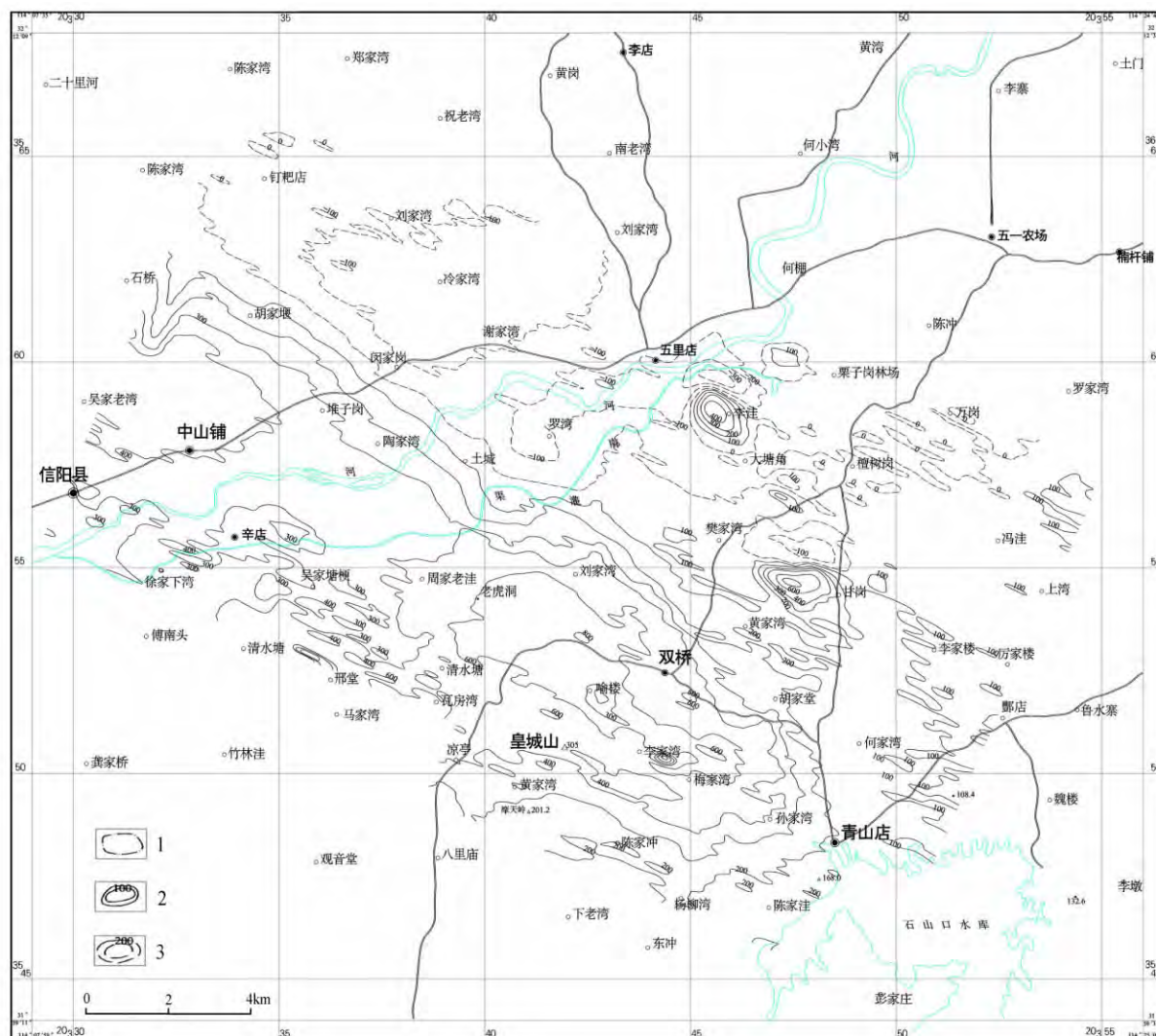


图 7 皇城山地区磁测  $\Delta T$  等值线平面图

Fig. 7 Aeromagnetic  $\Delta T$  contour diagram of Huangchengshan area

1  $\Delta T$  零值线 2  $\Delta T$  等值线 3  $\Delta T$  负等值线

## 5 结语

物探方法在银金矿及多金属矿产勘查中具有重要作用,它能成功地探查矿(床)在空间上有紧密联系的控矿地质情况,从而有利于缩小找矿靶区,提高找矿命中率。对于找盲矿、隐伏矿,其地质效果尤为明显。与地质、化探等方法综合应用,互补长短,将获得最佳找矿效果与经济效益。

## 参考文献:

- [1] 毛磊. 皇城山银矿床地质特征[J]. 现代矿业, 2009, (2).
- [2] 傅良魁. 激发极化法[M]. 北京: 地质出版社, 1982.
- [3] 孙文柯. 有关地质—地球物理—地球化学模型的几个技术问题[J]. 物探与化探, 1988, 12(5): 1-4.

(下转第 91 页)

## Extraction and application of time constant and metal factor in time-domain induced polarization method

YANG Hong<sup>1</sup>, CHENG Liu<sup>2</sup>, JING Rong-Zhong<sup>1,2</sup>, HUANG Li-Shan<sup>2</sup>, HUANG Kai<sup>2</sup>, ZHUYing-xin<sup>3</sup>

(1. School of Earth Sciences, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541004, China;

2. China Nonferrous Metal(Guilin) Geology and Mining Co., Ltd., Guilin, Guangxi 541004, China;

3. Geophysical Exploration Academy of China Metallurgical Geology Bureau, Baoding, Hebei 074000, China)

**Abstract:** By applying digital filtering forward modelling, optimization inversion and other numerical methods, this paper extracted time constants and metal factors from measured time-domain induced polarization decay curve and evaluated the IP anomalies from various angles. This method was proved to be effective in the prospecting of Red Lake Au deposit in Ontario of Canada while 4 anomalies were blocked by this method and were verified by drilling prospecting. In comparison to conventional time-domain induced polarization, it is proved that this method is more effective in revealing IP anomaly information.

**Key Words:** time-domain induced polarization, time constant, metal factor, extract, apply

\*\*\*\*\*  
(上接第 84 页)

## Geophysical characteristics and prospecting model of Huangchengshan Ag deposit

ZHANG Xue-zhong, WANG Dong-xiao, LIU Kui-song

(No. 3 Institute of Geological & Mineral Resources Survey, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Xinyang, Henan 464000, China)

**Abstract:** Huangchengshan Ag deposit is a typical volcanic-hosted low to moderate temperature hydrothermal deposit. The physical property differences among orebody, ore-controlling structure, magmatic rock, ore-bearing formation and peripheral geologic body result in significant geophysical anomaly characteristics and thus form the important clues for geophysical prospecting of Ag deposits. Based on the study of geophysical characteristics of the deposit, the author attempted to present the geophysical prospecting model to assist and guide the on-going general prospecting work in the polymetallic metallogenic belt on the north slope of Dabie-shan.

**Key Words:** Ag deposit, geophysical characteristic, prospecting model, physical property, physical property characteristic, electrical property characteristic